

# Paleontología de las terrazas marinas del valle de Jorós (Fuerteventura, España)

## *Paleontology of the marine deposits of the Jorós valley (Fuerteventura, Spain)*

J.A. González Delgado<sup>1</sup>, C. Zazo<sup>2</sup>, J.L. Goy<sup>1</sup>, J. Civis<sup>1</sup>, C.J. Dabrio<sup>3</sup>, A. Cabero<sup>2</sup>, T. Bardaji<sup>4</sup> y P.G. Silva<sup>1</sup>

1 Dpto. Geología, Universidad de Salamanca. 37008-Salamanca. angel@usal.es; joselgoy@usal.es; civis@usal.es; pgsilva@usal.es

2 Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 28020-Madrid. mcncz65@mcn.csic.es; mcnc691@mcn.csic.es

3 Dpto. Estratigrafía, Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Geología Económica-CSIC. 28040-Madrid. dabrio@geo.ucm.es

4 Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá. 28871-Alcalá de Henares (Madrid). teresa.bardaji@uah.es

**Resumen:** Se estudia el contenido paleontológico de 8 terrazas marinas, en su mayoría del Pleistoceno, que afloran a lo largo del valle de Jorós, en Jandía, al Sur de la isla de Fuerteventura: I, II, III, IV, V, VI, VII y XI. Presentan diferentes condiciones de afloramiento, tafonomía, diversidad y abundancia en fósiles de bivalvos, gasterópodos, briozoos, corales, cirrípedos, algas calcáreas, foraminíferos bentónicos y dientes de peces. Las más ricas son II y VII. Se analiza la señal isotópica (C,O) de *Ostrea virleti* en distintos niveles.  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  varía entre 1,34 y 1,88‰, y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$  entre -0,36 y 0,97‰. El valor mínimo referido al Oxígeno se registra en el episodio IV, y probablemente corresponde al mar más cálido. Se aprecia un leve incremento progresivo de  $^{18}\text{O}$  en las terrazas V, VI y VII. Se sugieren ambientes sedimentarios muy someros, con temperaturas de la superficie del mar algo más cálidas que las actuales.

**Palabras clave:** Paleontología, tafonomía, isótopos estables de C y O, Fuerteventura.

**Abstract:** The fossil content of the mainly Pleistocene, marine terraces I, II, III, IV, V, VI, VII and XI from the Jorós Valley (Jandía, Fuerteventura Island) is studied. They differ in the type of outcrop, taphonomic signatures, and diversity and abundance of bivalves, gastropods, corals, cirripeds, calcareous algae, benthic foraminifers and fish tooth, but terraces II and VII are the richest in fossils. Isotopic C and O signals from whole shells of the ostreid *Ostrea virleti* range from 1,34 to 1,88‰  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  and -0,36 to 0,9‰  $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ . Minimal values from O recorded in IV terrace are interpreted as indicative of the highest sea surface temperature. The content of heavier O isotope increases progressively from terraces V to VII, suggesting a moderate decrease of temperature. These features suggest shallow coastal environments for all the studied marine terraces, with sea surface temperatures somewhat higher than the present.

**Key words:** Paleontology, taphonomy, stable C and O isotopes, Fuerteventura.

## INTRODUCCIÓN

El Valle de Jorós se localiza en el margen de sotavento de la península de Jandía, en la isla de Fuerteventura (Fig. 1). Tiene un recorrido aproximado N-S y está cruzado por la carretera (sin asfaltar) que va desde Morro Jable hasta el Faro de Jandía. Desde el pie del relieve hasta el nivel del mar, y a lo largo de unos 600 m, aflora el mayor número de terrazas marinas de la isla (Zazo *et al.*, 2002, 2008), la mayoría con dunas asociadas (Fig. 2).

La edad de las terrazas marinas ha sido objeto de discusión. Meco (1975) señala en la zona la presencia de 3 terrazas: una superior de altura variable, de edad Plioceno por su fauna de moluscos, otra junto al mar correspondiente al último interglacial, y una tercera holocena. Zazo *et al.* (2002) describen en la zona hasta 12 terrazas, similares en disposición morfosedimentaria y cota a las descritas en la isla vecina de Lanzarote, de las cuales las 6 más modernas (VII a XII), se asimilan al Cuaternario en función de las dataciones isotópicas (K/Ar) y los datos paleomagnéticos.

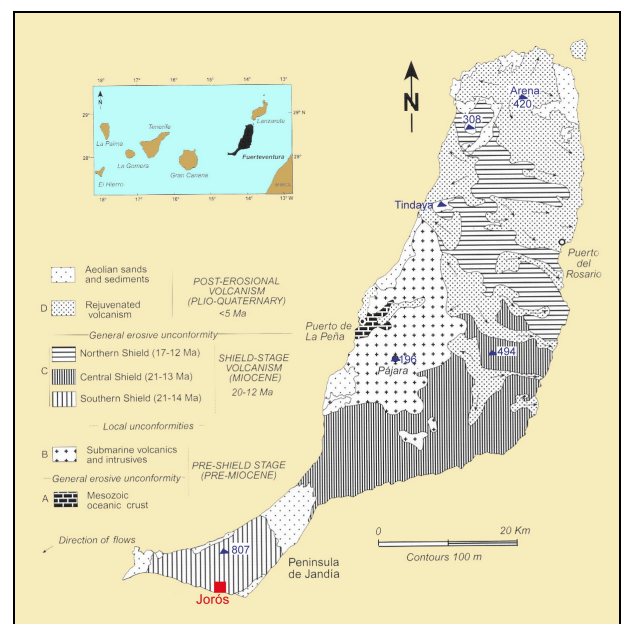


FIGURA 1. Mapa geológico de la isla de Fuerteventura (modificado de Carracedo *et al.*, 1996) y situación de la sección estudiada.

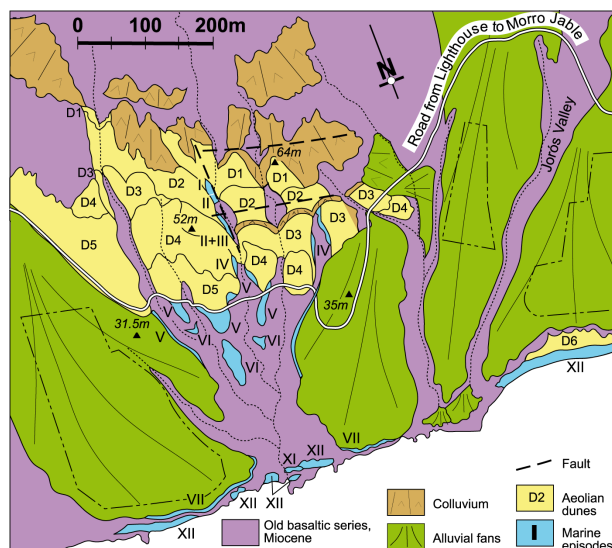


FIGURA 2. Mapa geomorfológico de los niveles marinos, de los sistemas dunares y abanicos aluviales en el valle de Jorós (de Zazo et al., 2002)

El cambio del cron Matuyama al Brunhes tiene lugar entre las terrazas V y VI. Asumiendo la correlación temporal entre las terrazas de Fuerteventura y Lanzarote, dado el mismo tipo de dispositivo geométrico entre las distintas terrazas, la misma secuencia (número), y –aunque menos importante–, cotas semejantes, el límite Pleistoceno inferior/medio estaría entre las terrazas V y VI en ambas islas. Las terrazas más antiguas, sugieren según su dispositivo geométrico (unidades morfosedimentarias superpuestas / complejas *sensu* Zazo et al., 2008), su cartografía, y el similar contenido fósil a la terraza VII, una edad Pleistoceno inferior y sólo alguna de las más elevadas, del Plioceno superior.

### CARACTERÍSTICAS PALEONTOLÓGICAS

En este trabajo se estudian los niveles marinos, aflorantes en la sección del barranco de Jorós, I, II, III, IV, V, VI, VII y XI, indicándose las coordenadas del mejor afloramiento de cada terraza, sus principales rasgos tafonómicos, y el contenido macro y micropaleontológico obtenido en diferentes muestreos y estudios de láminas delgadas. Todas las terrazas están formadas sobre todo por conglomerados muy heterométricos, originados en ambientes afectados por el oleaje. La altura topográfica señala la cota actual (asl) del máximo transgresivo, con dudas en el caso del nivel III (+50m), en el que el escarpe producido por una falla puede haber favorecido el desarrollo del paleoacantilado. Los niveles más antiguos I a VI llevan asociados sistemas de dunas (D1 a D6), y los más modernos, abanicos aluviales (Zazo et al., 2008).

**I:** N 28° 3' 44.3" / W 14° 24' 15.1", +61 m. Aflora algo menos de 10 m en sentido lateral y tiene una potencia de hasta 1 m. La macrofauna está muy alterada por fosildiagénesis, siendo muy frecuentes los moldes y recristalizaciones, en especial los moldes de microgasterópodos, de más de una decena de especies diferentes, entre ellos verméticos. Le siguen en

abundancia conchas de *Nerita emiliana* y fragmentos de grandes *Patella*. Destaca igualmente la presencia de escasas valvas sueltas, con alta fragmentación y baja abrasión, de *Ostrea virleti*. Se encuentran también fragmentos de briozoos ramificados y balánidos. Los foraminíferos más comunes son *Quinqueloculina* y otros porcelanoides, *Cibicides* cf. *refulgens*, *Nonion*, *Elphidium* y *Amphistegina*.

**II:** N 28° 3' 43" / W 14° 24' 14.4", +62 m. Aflora a ambos lados del valle, con unos 20 m de continuidad lateral, y 1 m de potencia. Es un conglomerado con cantos muy heterométricos (algunos de 1 m de diámetro), que hacia techo se hace más arenoso (arena de 0.25 mm), más calibrado, y con laminación cruzada. Presenta una alta diversidad en macrofauna, que no sobrepasa el 10 % del total de clastos, destacando conchas de *Ostrea virleti* y otros grandes bivalvos, en general horizontalizadas, así como moldes articulados de *Isognomon soldani*. Entre los gasterópodos destacan conchas de *Nerita emiliana*, *Rotpletzia rudista* y fragmentos de grandes *Patella*. Se encuentra una veintena de taxones en forma de numerosos moldes, de formas grandes de *Strombus*, *Conus*, *Murex*, y de microgasterópodos como *Bittium* y Verméticos. Son comunes las algas: como rodolitos menores de 2 cm de diámetro, y en lámina delgada se aprecian fragmentos de algas incrustantes pero como bioclastos, identificados como *Mesophyllum*, *Lithophyllum* y *Lithoporella*. Los foraminíferos bentónicos más abundantes corresponden a *Amphistegina*, *Cibicides*, *Nonion*, *Quinqueloculina* y formas arenáceas (Fig. 3). También contiene restos de corales solitarios, briozoos, balánidos, y grandes dientes molariformes de peces machacadores de conchas, de la familia Sparidae (determinación de E.X. García).

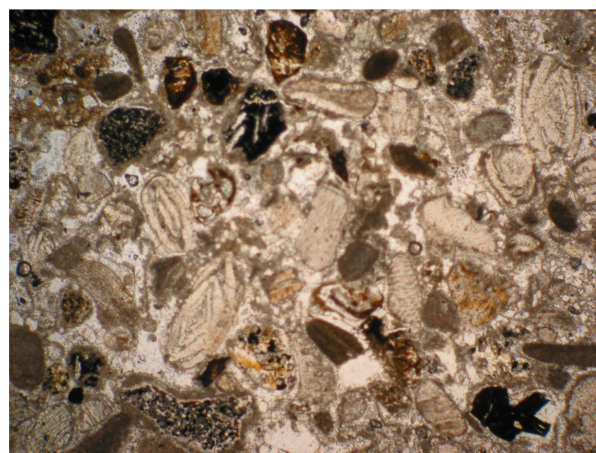


FIGURA 3: Microfacies del nivel M2. Nótese la abundancia de *Amphistegina*.

**III:** N 28° 3' 42" / W 14° 24' 14.9", +50 m. Presenta muy poca extensión lateral, apenas 5 m, afloran pequeños parches de menos de 50 cm de potencia. Es un conglomerado con cantos muy gruesos y heterométricos (hasta 80 cm de diámetro), muy poco calibrados, con algunas zonas de menos de 10 cm de potencia más arenosas, que contienen algunos restos menores de 5 mm de algas calcáreas, y escasos

fragmentos de *O. virleti*. Los foraminíferos son escasos y están fragmentados. El más abundante es *Amphistegina*, seguido por *Cibicides* cf. *refulgens*, y restos de porcelanoides.

**IV:** N 28° 3' 40.8" / W 14° 24' 15.1". +40 m. Muy poca extensión lateral, apenas 5 m, se trata de un conglomerado de hasta 1 m de potencia, muy heterométrico, con cantos redondeados de hasta 40 cm de sección, con muy poca matriz. La macrofauna nunca alcanza el 5% del total del sedimento, presenta una alta fragmentación y abrasión. La mayor parte de los bioclastos lo constituyen valvas desarticuladas y fragmentos de *O. virleti*, fragmentos de *Patella*, y restos de menos de 5 mm de algas calcáreas. Existen conchas sin bioerosión, mezcladas con otras en las que la bioerosión atribuida a demosponjas Clionidas (icnogénero *Entobia*) y a Anélidos es muy elevada, tanto en el exterior como en el interior. La asociación de foraminíferos bentónicos es muy similar a la del nivel III. Es el único nivel que contiene escasos corales coloniales (*Siderastrea*). También presenta escasos dientes de Sparidae.

**V:** N 28° 3' 38.5" / W 14° 24' 15.2". +32 m. Apenas aflora en sección, de menos de 50 cm de potencia, si bien forma superficies morfológicas cartografiables. El conglomerado tiene cantos de hasta 30 cm, y contiene menos del 5% de conchas. La mayor parte de la fauna está representada por valvas derechas enteras, desarticuladas y sueltas de *O. virleti*, en diferentes estadios de crecimiento. Se preservan escasos fragmentos de *N. emiliana*, junto a moldes de pequeños gasterópodos y bivalvos, escasos restos algales y de foraminíferos bentónicos. La fragmentación general es alta, la abrasión es moderada, y la bioerosión muy baja, limitada a la acción de esponjas Clionidas sobre escasos ejemplares del ostreido.

**VI:** N 28° 3' 36.8" / W 14° 24' 14.1". +25 m. La potencia es de algo menos de 1 m y su longitud visible en el mejor afloramiento (hacia el Este del valle), de unos 30 m. El conglomerado tiene cantos de menos de 50 cm de diámetro, y presenta facies areniscosas. La fauna más común es *O. virleti*, *Chama* y moldes de *Strombus*, si bien son frecuentes pequeños restos algales, *Conus*, *Nerita emiliana*, *Rhotpletzia*, *Ancilla*, *Fossarus*, moldes de pequeños gasterópodos, Árcidos, briozoos y *Balanus*. Son frecuentes foraminíferos *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Spiroloculina* y *Cibicides* cf. *refulgens*. Los bioclastos apenas suponen el 10% del total de sedimento en la facies más rica, presentan moderada fragmentación, desarticulación generalizada en bivalvos, así como baja abrasión y escasa bioerosión (*Entobia*).

**VII:** N 28° 3' 30.6" / W 14° 24' 14.1". +16 m. Se trata del nivel con mayor extensión cartográfica, de algo más de 1 m de potencia, y es el que mayor abundancia de fósiles contiene. En algunas zonas los bioclastos representan más del 25% del total del sedimento. El conglomerado contiene cantos de más de 50 cm, y existen tramos arenosos y margosos, con

concentraciones de menos de 10 cm de potencia, tipo evento, de Rodolitos (principalmente *Mesophyllum* y *Lithophyllum*) de tamaños hasta 8 cm en sección, o bien de *Ostrea virleti* totalmente desarticuladas y horizontalizadas, tanto convexas como cóncavas. La fragmentación, abrasión y bioerosión en general es moderada, observándose valvas con elevada bioresión atribuida a esponjas Clionidas (*Entobia*), junto a otras prácticamente sin alterar. Igualmente, se encuentran conchas bien conservadas junto a multitud de fragmentos angulosos de las mismas. Son comunes ejemplares grandes de *Nerita emiliana*, moldes de *Strombus*, de *Conus* spp., *Gibbula*, y Venéridos. Los foraminíferos son abundantes, destacando *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Cibicides*, *Spiroloculina*, *Ammonia*, *Nonion*, *Elphidium*, *Cibicides* y *Textularia*. Se aprecian restos de foraminíferos planctónicos, y en alguna sección, escasos *Amphistegina*.

**XI:** N 28° 3' 30.5" / W 14° 24' 4.6". +1 m. Es una terraza de unos 70 cm de potencia, que aflora en pequeños parches conglomeráticos muy cementados, con cantos redondeados, entre cuya matriz se encuentran (en abundancia menor al 5% del total de la roca) frecuentes grandes *Patella*, sin orientar, muchas verticalizadas o con disposición cóncava, junto a *Thais haemastoma*, *Monodonta* y *Linga*. En ocasiones se preservan trazas del color original de la concha. La fragmentación general es moderada, la abrasión es alta en *Thais* y baja en *Patella*, y la bioerosión es baja. La matriz presenta numerosos bioclastos de algas calcáreas y de gasterópodos altamente redondeados con microestructura lamelar cruzada simple. Este nivel, relativamente pobre en macrofauna, probablemente representa los depósitos en el valle de Jorós del Último Interglacial (estadio isotópico 5e), que a una treintena de Km hacia el NE está representado en el yacimiento "protegido" de Matas Blancas (Meco 1975, Meco *et al.*, 1997, Zazo *et al.*, 2008) por una gran abundancia de *Strombus bubonius* y otra fauna cálida asociada, que constituye el yacimiento de megafaunas marinas fósiles más importante en Canarias.

## ISÓTOPOS ESTABLES DE C y O

Para la realización de los análisis isotópicos de C y O se han utilizado valvas de *Ostrea virleti*, que constituye el bivalvo más frecuente y abundante. Los ejemplares utilizados presentan una microestructura foliar calcítica muy bien conservada (observación MEB). Los muestreos se han realizado con un microtomo dental, siguiendo un trazo paralelo al diámetro umbo-paleal, para obtener valores medios de la vida de los ejemplares. Los análisis se han realizado en el Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad de Salamanca, y los datos se refieren al standard PDB.

Los primeros resultados obtenidos (González Delgado *et al.*, 2002) (Fig. 4 y Tabla I), corroborados con posteriores nuevos datos, muestran una muy pequeña variabilidad en la señal isotópica del Carbono (rango de 0,54δ), dentro de valores típicamente

marinos, lo que indicaría probablemente muy pocos cambios en el ambiente en el que vivieron los Ostreidos. El rango de variabilidad para el Oxígeno es algo mayor (1,328), lo que sugiere pequeños cambios en temperatura y/o salinidad. Asumimos que no cambió de un modo importante el ambiente deposicional y su salinidad, sugerido por la señal isotópica del C, y por los pocos cambios en la asociación de foraminíferos bentónicos.

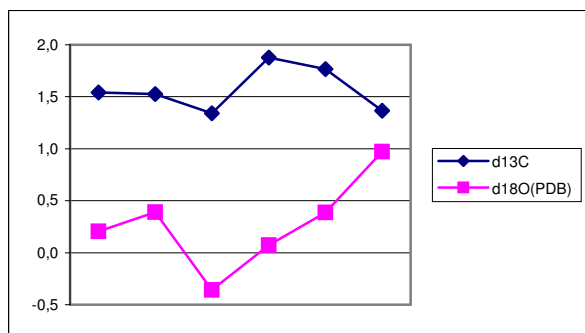


FIGURA 4. Variación de los isótopos de C y O en *O. virleti*

muestra	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$
M2	1,54	0,20
M3	1,53	0,39
M4	1,34	-0,36
M5	1,88	0,07
M6	1,77	0,39
M7	1,36	0,97

TABLA I. Datos isotópicos referidos a *Ostrea virleti* de distintos niveles marinos del valle de Jorós

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se observa que la abundancia y diversidad de los distintos taxa no es la misma en todas las terrazas. Aunque procesos fosildiagenéticos de disolución de carbonatos están siempre presentes, y los taxones aragoníticos están casi siempre en forma de moldes, se aprecia en los niveles II y VII una mayor diversidad y abundancia, mientras que en el I, III, IV, V y XI disminuyen ambos caracteres. El nivel 6 es un caso intermedio, más cercano a una diversidad alta. Ello sugiere buenas condiciones ambientales en los ecosistemas en que se desarrollaron estos organismos. La presencia de algas calcáreas es constante en todos los niveles, si bien es en el VII en el que se preservan concentraciones de rodolitos que estarían relacionados con una alta energía y aguas relativamente limpias.

Las características de las asociaciones preservadas sugieren ambientes sedimentarios marinos muy litorales, incluso en ocasiones supra-mareales, donde se acumularían organismos procedentes probablemente de ambientes marinos muy someros, después de un escaso transporte (la fragmentación y la abrasión son en general moderadas). Un modelo de formación de estas terrazas puede observarse en la actual playa de Jorós,

en el que se aprecia la acumulación de cantos volcánicos heterométricos retocados por el mar, entre alguno de los cuales se encuentran conchas actuales, y asociado a ello, una duna rampante biocalcarenítica.

En relación a los datos isotópicos, el valor mínimo referido al Oxígeno ( $\delta^{18}\text{O} = -0.36 \text{‰}$ ) se registra en el episodio IV, y probablemente corresponde al más cálido. Posteriormente se aprecia un leve incremento (episodios V, VI y VII, Figura 5) del isótopo más pesado, coincidiendo con la no presencia de Corales, lo que sugiere un leve deterioro progresivo del carácter cálido de las aguas, como sucedió durante el Pleistoceno. No obstante, la paleotemperatura en las terrazas I a VII debió de ser algo mayor a la actual, por la presencia **constante** de otros taxones cálidos como *Nerita emiliana* y *Strombus* acompañando a *O. virleti*, y del foraminífero *Amphistegina*, cuyas especies generalmente viven a temperaturas superiores a 20°C (Murray, 2006).

## REFERENCIAS

- Carracedo, J.C., Pérez-Torrado, F., Ancochea, E., Meco, J., Hernán, F., Cubas, C., Casillas, R., Rodríguez-Badiola, E. y Ahijado, A. (2002): En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons W. y T. Moreno, Eds.). Geological Society of London, 439-472.
- González Delgado, J.A., Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio, C.J. y Civis, J. (2002). En Civis, J. & González Delgado, J.A. (eds.), *Resúmenes XVIII Jorn. Soc. Esp. Paleontología-II Congr. Iberico Paleontología, Salamanca*, 52-53
- Meco, J. (1975): Los niveles con “*Strombus*” de Jandía (Fuerteventura, Islas Canarias). *Anuario Estudios Atlánticos*, 21: 643-660
- Meco, J., Petit-Maire, N., Fontugne, M., Shimmield, G. y Ramos, A.J. (1997): The Quaternary deposits in Lanzarote and Fuerteventura (Eastern Canary Islands, Spain): an overview. En: *Climates of the past* (J.Meco y N. Petit-Maire, Eds.). Servicio Publicaciones ULPGC, 123-136
- Murray, J. (2006): *Ecology and applications of benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, 426p.
- Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., Gillot, P.Y., Soler, V., González, J.A., Dabrio, C.J. & Ghaleb, B. (2002): Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited –a reappraisal of relative sea-level changes and vertical movements in the eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 21: 2019-2046.
- Zazo, C., Hansen, A., Goy, J.L., Criado, C., González-Delgado, J.A., Dabrio, C.J., Hillaire-Marcel, C., Bardají, T., Silva, P.G., Cabero, A., Civis, J., Soler, V. y Ghaleb, B. (2008): Geomorfología volcánica y variaciones del nivel del mar en Lanzarote y Fuerteventura (Plio-Cuaternario). *Geo-Guías*, 6 (en prensa).